

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-099907

(43)Date of publication of application : 05.04.2002

03-03147-KS (6)

(51)Int.Cl.

G06T 1/00
 B60R 21/00
 G01B 11/00
 G01S 13/93
 G01S 17/93
 G06T 7/20
 // G01S 5/14
 G08G 1/16

(21)Application number : 2000-288955

(71)Applicant : MAZDA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 22.09.2000

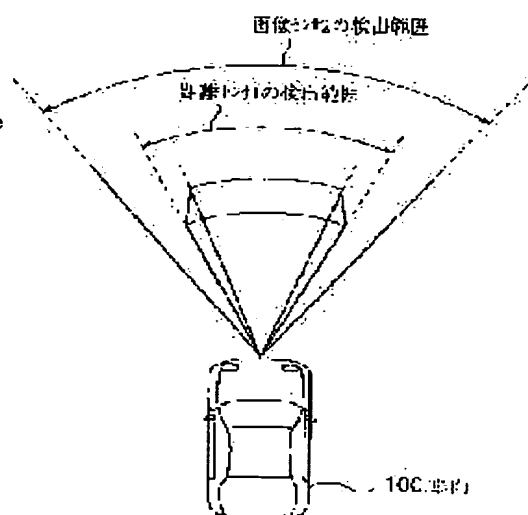
(72)Inventor : KOJIMA KOICHI
 CHIBA MASAKI
 FUJIOKA TAKEHIKO

(54) OBJECT RECOGNIZING APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a highly sensitive object recognizing apparatus, utilizing the result of one detection process for two kinds of detecting processes of different detection areas.

SOLUTION: A detection area of an image sensor IS2 includes a detection area of a distance sensor LR1, while an ECU carries out control so that the LR1 refers to a detection result from the IS2, when an object is detected in a detection area only by the IS2. Consequently, on the basis of the detection results obtained from both sensors respectively, the object detected by means of the two sensors separately of each other is recognized as one object to be monitored.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-99907

(P2002-99907A)

(43) 公開日 平成14年4月5日 (2002.4.5)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	FI	テーマコード(参考)	
G 0 6 T 1/00	3 3 0	G 0 6 T 1/00	3 3 0 B	2 F 0 6 5
B 6 0 R 21/00	6 2 4	B 6 0 R 21/00	6 2 4 D	5 B 0 5 7
	6 2 6		6 2 4 G	5 H 1 8 0
G 0 1 B 11/00		G 0 1 B 11/00	6 2 6 G	5 J 0 6 2
			B	5 J 0 7 0
審査請求 未請求 請求項の数 6 OL (全 22 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願2000-288955(P2000-288955)

(22) 出願日 平成12年9月22日(2000.9.22)

(71) 出願人 000003137

マツダ株式会社

広島県安芸郡府中町新地3番1号

(72) 発明者 小嶋 浩一

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

(72) 発明者 千葉 正基

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

(74) 代理人 100076428

弁理士 大塚 康徳 (外2名)

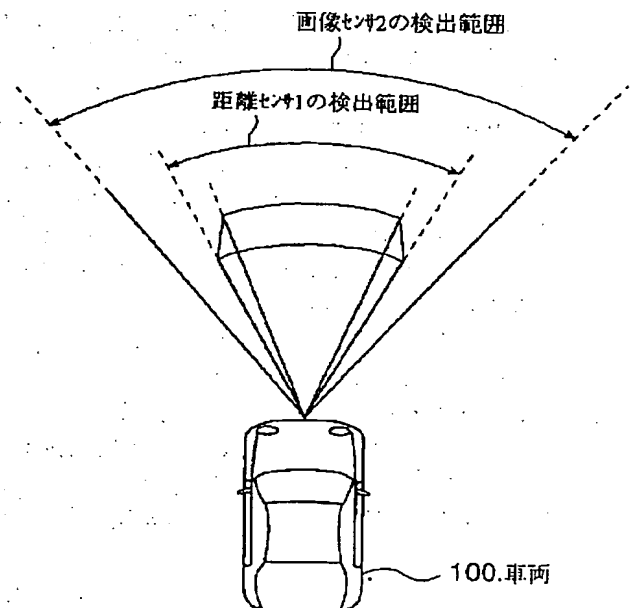
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 物体認識装置

(57) 【要約】

【課題】 検出範囲の異なる2種類の検出処理に、他方の検出処理の結果を利用する応答性に優れた物体認識装置の提供。

【解決手段】 画像センサ (IS) 2 の検出範囲は、距離センサ (LR) 1 の検出範囲を内包しており、ECU は、IS 2 による単独の検出範囲において物体が検出されているときに、LR 1 が IS 2 による検出結果を参照するように制御し、その結果、当該両センサからそれぞれ入手した検出結果に基づいて、それら2つのセンサによって個別に検出された前記物体を、監視対象である1つの物体として認識処理を行う。



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定の検出波を送出すると共に、その検出波の物体からの反射波に基づいて、その物体の存在及び移動状態を検出する第1の検出手段と、前記検出波の伝搬範囲を内包する領域を撮像装置によって撮像すると共に、撮影された画像に基づいて、その画像に含まれる物体の存在及び移動状態を検出する第2の検出手段と、前記第1及び第2の検出手段による両方の検出結果に基づいて、それら2つの検出手段によって個別に検出された前記物体を、監視対象である1つの物体として認識する物体認識制御手段とを備え、

前記物体認識制御手段は、前記第2の検出手段による単独の検出範囲において物体が検出されたときに、前記第1の検出手段が前記第2の検出手段による検出結果を参照するように制御し、その結果、前記第1及び第2の検出手段からそれぞれ入手した検出結果に基づいて、それら2つの検出手段によって個別に検出された前記物体を、監視対象である1つの物体として認識することを特徴とする物体認識装置。

【請求項2】 前記第1の検出手段は、検出した前記反射波のうち、所定のしきい値より大きな強度の反射波から移動方向及び速度が近似するものを1ブロックにまとめるブロック化手段と、前記ブロック化手段によってまとめられた複数のブロックのうち、近傍に位置する2つのブロックを、検出すべき物体として1つのグループにまとめるグループ化手段と、前記グループ化手段によって検出されたグループ単位で、存在及び移動状態を判定する物体判定手段と、を含むことを特徴とする請求項1記載の物体認識装置。

【請求項3】 前記物体認識制御手段は、前記第2の検出手段による単独の第1検出範囲において検出されていた物体が前記第1及び第2の検出手段による重複した第2検出範囲に移動したときに、その物体が前回までの制御周期において前記第1の検出手段によって既に検出されている物体であるときには、その物体に対する前記ブロック化手段によるブロック化が省略されるように、前記第1の検出手段を制御することを特徴とする請求項2記載の物体認識装置。

【請求項4】 所定の検出波を送出すると共に、その検出波の物体からの反射波に基づいて、その物体の存在及び移動状態を検出する第1の検出手段と、前記検出波の伝搬範囲を内包する領域を撮像装置によって撮像すると共に、撮影された画像に基づいて、その画像に含まれる物体の存在及び移動状態を検出する第2の検出手段と、前記第1及び第2の検出手段による両方の検出結果に基づいて、それら2つの検出手段によって個別に検出された前記物体を、監視対象である1つの物体として認識する物体認識制御手段とを備え、

2

前記物体認識制御手段は、前記第1及び第2の検出手段による重複した第2検出範囲において検出されていた物体が前記第2の検出手段による単独の第1検出範囲に移動したときに、それまで該第2検出範囲において前記第1の検出手段によって検出されていた所定項目の情報を参照することによって物体の検出処理が継続されるように、前記第2の検出手段を制御することを特徴とする物体認識装置。

【請求項5】 更に、検出すべき物体の存在する周囲の環境を検出する周囲環境検出手段を備え、前記物体認識制御手段は、前記周囲環境検出手段による検出結果に応じて、前記第1及び第2の検出手段のうち、何れか一方の検出手段による検出結果の他方の検出手段の検出処理への反映の度合を変更することを特徴とする請求項1または請求項4記載の物体認識装置。

【請求項6】 前記物体認識制御手段は、前記周囲環境検出手段によって前記第1の検出手段の検出特性が晴天状態と比較して影響を受け易い荒天状態であることが検出されたときに、前記第1の検出手段による検出結果の、前記第2の検出手段による検出処理への反映を抑制することを特徴とする請求項5記載の物体認識装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、物体認識装置に関し、例えば、周囲の物体を認識すべく自動車等の車両に搭載して好適な物体認識装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、物体の存在を検出する技術分野においては、複数種類のセンサによってそれぞれ同じ検出対象を検出するように設定し、それらセンサの検出結果を総合的に考慮して最終的な検出結果を求める、所謂センサフュージョン技術が提案されており、このような技術の一例として、例えば特開平9-236672号には、超音波センサと赤外線センサとの検出結果に基づいてトイレ内に人が存在するか否かを判定する技術が提案されており、超音波センサでは人体とそれ以外の物体との判別が困難なため、赤外線センサの検出範囲が超音波センサの検出範囲を内包するように配設されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】従って、上記従来例では、検出範囲が重複していない領域で物体が検出されたときには、その物体が人体であるかそれ以外の物体であるかの判別は困難であり、検出範囲が重複している領域への当該物体の移動があってはじめて検出可能となる。このため、物体の迅速な検出が行えない場合も想定され、この問題は、上記従来例に開示されている検出方法を、迅速な処理が要求される自動車等の車両における周囲の障害物の認識に採用する場合には致命的な障害となる。

【0004】そこで本発明は、検出範囲の異なる2種類

(3)

3

の検出処理に、他方の検出処理の結果を利用する応答性に優れた物体認識装置の提供を目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、本発明に係る物体認識装置は、以下の構成を特徴とする。

【0006】即ち、所定の検出波を送出すると共に、その検出波の物体からの反射波に基づいて、その物体の存在及び移動状態を検出する第1の検出手段と、前記検出波の伝搬範囲を内包する領域を撮像装置によって撮像すると共に、撮影された画像に基づいて、その画像に含まれる物体の存在及び移動状態を検出する第2の検出手段と、前記第1及び第2の検出手段による両方の検出結果に基づいて、それら2つの検出手段によって個別に検出された前記物体を、監視対象である1つの物体として認識する物体認識制御手段とを備え、前記物体認識制御手段は、前記第2の検出手段による単独の検出範囲において物体が検出されたときに、前記第1の検出手段が前記第2の検出手段による検出結果を参照するように制御し、その結果、前記第1及び第2の検出手段からそれぞれ入手した検出結果に基づいて、それら2つの検出手段によって個別に検出された前記物体を、監視対象である1つの物体として認識することを特徴とする。

【0007】好適な実施形態において、前記第1の検出手段は、検出した前記反射波のうち、所定のしきい値より大きな強度の反射波から移動方向及び速度が近似するものを1ブロックにまとめるブロック化手段と、前記ブロック化手段によってまとめられた複数のブロックのうち、近傍に位置する2つのブロックを、検出すべき物体として1つのグループにまとめるグループ化手段と、前記グループ化手段によって検出されたグループ単位で、存在及び移動状態を判定する物体判定手段とを含むと良い。

【0008】また、上記の場合において、前記物体認識制御手段は、前記第2の検出手段による単独の第1検出範囲において検出されていた物体が前記第1及び第2の検出手段による重複した第2検出範囲に移動したときに、その物体が前回までの制御周期において前記第1の検出手段によって既に検出されている物体であるときには、その物体に対する前記ブロック化手段によるブロック化が省略されるように、前記第1の検出手段を制御すると良い。

【0009】また、上記の同目的を達成するため、本発明に係る物体認識装置は、以下の構成を特徴とする。

【0010】即ち、所定の検出波を送出すると共に、その検出波の物体からの反射波に基づいて、その物体の存在及び移動状態を検出する第1の検出手段と、前記検出波の伝搬範囲を内包する領域を撮像装置によって撮像すると共に、撮影された画像に基づいて、その画像に含まれる物体の存在及び移動状態を検出する第2の検出手段

4

と、前記第1及び第2の検出手段による両方の検出結果に基づいて、それら2つの検出手段によって個別に検出された前記物体を、監視対象である1つの物体として認識する物体認識制御手段とを備え、前記物体認識制御手段は、前記第1及び第2の検出手段による重複した第2検出範囲において検出されていた物体が前記第2の検出手段による単独の第1検出範囲に移動したときに、それまで該第2検出範囲において前記第1の検出手段によって検出されていた所定項目の情報（例えば距離情報）を参照することによって物体の検出処理が継続されるように、前記第2の検出手段を制御することを特徴とする。

【0011】尚、上記の何れの装置構成においても、好ましくは、検出すべき物体の存在する周囲の環境を検出する周囲環境検出手段を更に備え、前記物体認識制御手段は、前記周囲環境検出手段による検出結果に応じて、前記第1及び第2の検出手段のうち、何れか一方の検出手段による検出結果の他方の検出手段の検出処理への反映の度合を変更すると良い。

【0012】より具体的に、例えば前記物体認識制御手段は、前記周囲環境検出手段によって前記第1の検出手段の検出特性が晴天状態と比較して影響を受け易い荒天状態であることが検出されたときに、前記第1の検出手段による検出結果の、前記第2の検出手段による検出処理への反映を抑制すると良い。

【0013】

【発明の効果】上記の本発明によれば、検出範囲の異なる2種類の検出処理に、他方の検出処理の結果を利用する応答性に優れた物体認識装置の提供が実現する。

【0014】即ち、請求項1、請求項3の発明によれば、第1検出領域から第2検出領域に物体が移動した場合、或いはその逆の場合において、一方の検出手段における検出結果が他方の検出手段における検出結果に利用されるので、応答性良く迅速に物体を検出することができる。

【0015】また、請求項2の発明によれば、多数検出される反射波の中から必要なものを効率良く抽出でき、迅速に物体を判定することができる。

【0016】また、請求項3の発明によれば、予め物体と特定されている場合は、その物体に対応する反射波に対するブロック化処理が省略されるので、その分処理を高速化することができるまた、請求項5の発明によれば、一方の検出手段の検出精度が周囲の環境に影響され、測定結果の信頼性が低下する場合に、そのことを最終的な物体認識結果に考慮することができ、確度の高い処理が実現する。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明を、自動車等の車両の警報システムに適用した実施形態として、図面を参照して詳細に説明する。

【0018】図1は、本実施形態における警報システム

(4)

5

が搭載された車両の装置構成を示すブロック図である。

【0019】同図に示す車両100において、1は、自車両の前方を走行する他車両との車間距離を検出するレーザーレーダ、或いはミリ波レーダ等の距離センサ（以下、LR）である。2は、赤外線（近赤外線及び遠赤外線を含む）を利用した撮像装置（赤外線カメラ）を用いて、自車両の前方の所定の撮像範囲を撮影する画像センサ（以下、IS）である。

【0020】3は、自車両の速度を減速させるブレーキアクチュエータである。4は、自車両の速度を調整するエンジンスロットルの開度を調整するスロットルアクチュエータである。尚、車両100の速度調整には、自動変速機を併用しても良い。

【0021】ここで、LR1とIS2とは、図1（b）に示すように、車両100の車幅方向に略同じであって、バンパー近傍において車両上下方向に重ねられるように搭載されており、上述したLR1及びIS2は、図2に示すように当該センサの搭載位置から垂直上方向を+Y方向、右横方向を+X方向、そして自車両の前方方向を+Z方向とする座標系を基準としている。

【0022】また、本実施形態において、IS2が図1（b）に示すようにバンパーの下方に搭載される理由は、検出対象である他車両の後部バンパーの下方に位置する排気管の周辺を、IS2による撮影を容易にするためである。

【0023】また、これら2種類のセンサLR1及びIS2の検出範囲は、図3に示すように、IS2の検出範囲がLR1の検出範囲を内包するように設定されている。また、LR1の検出範囲（所定の検出波の走査範囲（伝搬範囲））は、垂直方向に所定の仰角をなす立体的な領域であり、その領域範囲内に存在する物体までの距離と方向（角度）とを検出する。

【0024】尚、本実施形態では、説明の便宜上、LR1及びIS2の搭載位置を図1（b）に示すように配置するが、搭載スペースの関係から実際には車幅方向にずらして実装する場合には、それらセンサのずれ量がオフセットされた同一の座標系に変換することにより、計算上は図2に示す座標系に調整すると良い。

【0025】次に、5は、本実施形態において少なくとも自車両と前方の他車両との車間距離に関する警報音の出力を行うスピーカである。6は、車両100のワイパーの動作オン・オフ、動作速度、並びに動作周期の設定をドライバが可能なワイパスイッチであり、本実施形態では、ワイパスイッチ6の操作状態により、周囲の走行環境が雨天や濃霧等の荒天状態であるかを推定する。

【0026】7は、IS2によって撮像した画像（以下、赤外画像）の表示や、各種情報の表示を行う表示装置である。8は、車両100に対する日光の照度を検出することにより、周囲の走行環境が晴天状態であるかを検出する照度センサである。

6

【0027】9は、車両100の速度を検出する速度センサである。10は、外部より受信したGPS（グローバル・ポジショニング・システム）信号に基づいて車両100の現在位置を検出するGPSセンサであり、本実施形態では、現在時刻の検出にも利用する。

【0028】そして、ECU（電子制御ユニット）11は、上述した各種センサにより入手した情報に基づいて、車間距離に関する警報をドライバに対してスピーカ5から報知すると共に、ブレーキアクチュエータ3及び/またはスロットルアクチュエータ4を制御することにより、自車両の前方に存在する他車両との車間距離が所定距離に維持する。ECU11には、不図示のマイクロコンピュータが搭載されており、予めメモリに格納されたプログラムやパラメータに従って、CPUが動作することにより、以下に説明する警報・制御処理を実現する。

【0029】[警報・制御処理] 図4は、本実施形態におけるECU11が実行する警報・制御処理のフローチャートを示す図であり、例えばイグニッションスイッチ（不図示）がドライバによってオン状態に設定されることによって開始される。

【0030】同図において、ステップS1：LR1及びIS2のそれぞれの検出結果に基づくセンサフュージョンにより、車両100の前方に存在する車両（先行車両）の存在を認識すると共に、その車両と自車両との相対的な距離情報（車間距離、速度）を取得する（詳細は後述する）。

【0031】ステップS2：車速センサ9の検出結果により、自車速を検出する。

【0032】ステップS3～ステップS5：例えば図5に示すような危険判断の基準特性を予めルックアップテーブル（LUT）としてROM等の記憶デバイスに記憶しておき、ステップS1及びステップS2にて取得した距離情報及び自車速に基づいて相対速度を算出すると共に、該LUTを、算出した相対速度と、ステップS1にて求めた車間距離とに従って参照することにより、ブレーキアクチュエータ3及び/またはスロットルアクチュエータ4を駆動する車間距離制御を実行すべき危険な状態か、スピーカ5からの警報音の出力を実行すべき危険な状態かを判断する（ステップS3）。そして、この判断結果により、危険ではないときにはステップS1にリターンし、警報が必要な場合にはスピーカ5による警報音の出力及び表示装置7へのガイダンス表示等を行い（ステップS4）、警報に加えて車間距離制御の実行が必要な場合には、ブレーキアクチュエータ3及び/またはスロットルアクチュエータ4を駆動を制御することにより、車間距離を制御し（ステップS5）、その後、ステップS1にリターンする。

【0033】[車両認識処理] 以下、本実施形態において図4のステップS1にて行われるところの、車両認識

(5)

7
処理について詳細に説明する。

【0034】図6は、本実施形態におけるECU11が実行する車両認識処理を示すフローチャートであり、同図に示すように、ステップS1(図4)では、IS2を用いた車両の認定処理(ステップS11)と、LR1を用いた車両の認定処理(ステップS12)とが並行して行われ、ステップS13における車両認識処理では、ステップS11及びステップS12におけるIS2及びLR1の検出結果に基づくセンサフュージョンにより、最終的な車両認識結果が算出される。そして、ステップS13にて算出された車両認識結果は、本実施形態ではステップS3の危険判断に利用される。

【0035】以下、図6に示す各ステップの詳細な処理手順について説明する。

【0036】＜IS2による車両の認定処理＞まず、IS2による車両の認定処理について、図7乃至図14を参照して説明する。

【0037】はじめに、IS2による車両の認定処理を概説する。本実施形態において、IS2による車両の認定処理は、大別して、赤外線カメラ(IS2)によって撮像された赤外画像の全体を対象として行われる「車両画像の概略推定処理」と、その概略推定処理によって推定された部分画像領域に対して個別に行われる「車両検出処理」とにより構成される。

【0038】まず、車両画像の概略推定処理では、赤外画像(図7に例示する赤外画像21参照)の全体に含まれるところの、車両(車両の断面形状)である可能性が高い部分画像領域(図7に例示する部分画像領域24)を推定する。

【0039】次に、車両検出処理は、内燃機関によって駆動される一般的な車両を検出対象の物体として、車両画像の概略推定処理によって推定された部分画像領域から、その領域内に含まれる所定輝度より高輝度な箇所を、排気管の取り付け位置(図7に例示する排気管の領域画像23)として検出し、検出した高輝度な箇所を基準とする所定サイズのフレームを該部分画像領域に対して用いるパターンマッチング処理を施すことにより、該部分画像領域が表わす物体が車両であることを特定すると共に、特定された物体の位置及び速度を検出する。

【0040】このとき、ECU11には、当該所定輝度として、赤外線カメラによって排気管を含む一般的な車両が撮像されたときの、その排気管の領域の標準的な輻射熱量に基づく値を予めROM等のメモリに記憶しておくと共に、係る車両における排気管の標準的な取り付け位置と、その車両の断面形状との関係を表わす特徴情報とを予めROM等のメモリに記憶しておく。

【0041】そして、パターンマッチング処理に際しては、上記の特徴情報を参照することにより、所定輝度より高輝度な排気管の取り付け位置を基準として上下左右に所定割合のサイズを有するフレームと、注目している

8
部分画像領域に対して設定する(詳細は図11を参照して後述する)。

【0042】図8は、本実施形態におけるECU11が実行するIS2による車両の認定処理を示すフローチャートであり、図6のステップS11の詳細な処理手順を示す。

【0043】図8において、ステップS21～ステップS23：赤外線カメラの1フレーム分の撮影画像(赤外画像)を入力し(ステップS21)、上記の如く概説した車両画像の概略推定処理を行うタイミングを決定するために使用するカウンタCの計数値を0にリセットし(ステップS22)、当該1フレーム分の赤外画像の中から検出された部分画像領域の数量(物体数X)を0にリセットする(ステップS23)。

【0044】尚、赤外線カメラ及びECU11の制御周期と比較して、検出対象である車両の動作は緩慢なため、本実施形態では、ECU11の演算処理の負担を軽減すべく、赤外線カメラの制御周期(本実施形態では100ms)毎に入力される赤外画像に対して行われる車両検出処理の実行頻度に対して、車両画像の概略推定処理は10フレーム毎に行う。

【0045】ステップS24、ステップS25：カウンタCの計数値が0であるかを判断し(ステップS24)、この判断でカウンタC=0のときには、新たに入力された1フレーム分の赤外画像全体に対して車両画像の概略推定処理を行うことにより、車両の断面形状であると推定した部分画像領域の赤外画像内における位置の特定すると共に、推定した部分画像領域の全数量を物体数Xに設定し(ステップS25：詳細は図9を参照して後述する)、ステップS26に進む。

【0046】ステップS26～ステップS28：一方、カウンタC≠0のときには、上記の如く概説した車両検出処理を、ステップS25にて設定されたX個の部分画像領域(物体の画像)に対して個々に行うステップS26の一連の処理(詳細は図10を参照して後述する)を、そのステップS26の処理が終了する度にカウンタCの計数値を1加算しながら、計数値が9になるまで繰り返す(ステップS27、ステップS28)、当該計数値が9になったときにはステップS21にリターンする。

【0047】(車両画像の概略推定処理)図9は、IS2による車両の認定処理のうち、車両画像の概略推定処理(図8のステップS25)の詳細を示すフローチャートである。

【0048】同図において、ステップS31：赤外線カメラから新たな処理対象として、1フレーム分の赤外画像を入力する。

【0049】ステップS32、ステップS33：入力された赤外画像の特徴を検出すべく、まず、縦方向(Y方向)の微分画像(ステップS32)と、横方向(X方

9

向)の微分画像(ステップS33)とを生成する。より具体的に、ステップS32では、 $[1, 0, -1]^T$ の1-3行列を用いて、赤外画像の全体に対して、縦方向のデジタルフィルタ処理を施す。また、ステップS33では、 $[1, 0, -1]$ の3-1行列を用いて、赤外画像の全体に対して横方向のデジタルフィルタ処理を施す。

【0050】ステップS34、ステップS35：上記の両ステップにて生成した2方向の微分画像の論理積(AND)を採り(ステップS34)、その結果得られる微分画像の縦方向の微分値の累積を採り、算出した累積値は、後述するステップS39及びステップS40において当該赤外画像から車両の部分画像領域以外の領域を除去するためのしきい値として設定する(ステップS35)。

【0051】ステップS36、ステップS37：後述するステップS39及びステップS40において当該赤外画像から車両の部分画像領域以外の領域(即ち、空領域、道路領域)を除去する際の濃度基準とすべく、入力された赤外画像の中央上方の所定画素の濃度値を、当該赤外画像における空領域の濃度値としてサンプリングし(ステップS36)、中央下方の所定画素の濃度値を、当該赤外画像における道路領域の濃度値としてサンプリングする(ステップS37)。

【0052】尚、本実施形態では、濃度値を参照する所定画素を、一例として赤外画像の中央上方及び下方としたが、ナビゲーション装置等によって外部より自車両前方の道路形状に関する情報を取得可能な場合は、その情報に応じて、参照すべき画素位置を適宜変更すると良い。

【0053】ステップS38：後述するステップS39及びステップS40において横方向の領域判定しきい値として使用するときの、当該赤外画像の左右濃度(左端と右端)の差分値を設定する。

【0054】ステップS39：本ステップでは、当該赤外画像の全体領域から空領域の画像部分を除去する。即ち、ステップS36にてサンプリングした濃度値以下であってステップS38にて設定した左右濃度のしきい値以下という条件により、ステップS1にて入力された赤外画像を当該画像の上から走査すると共に、ステップS35にて設定した微分累積値のしきい値以下という条件により、ステップS34にて算出した微分画像を当該画像の上から走査する。そして、走査によって除去された空領域の画像部分には、所定の濃度値(例えば黒)を設定する。

【0055】ステップS40：本ステップでは、当該赤外画像の全体領域から道路領域の画像部分を除去する。即ち、ステップS37にてサンプリングした濃度値以下であってステップS38にて設定した左右濃度のしきい値以下という条件により、ステップS1にて入力された

(6)

10

赤外画像を当該画像の下から走査すると共に、ステップS35にて設定した微分累積値のしきい値以下という条件により、ステップS34にて算出した微分画像を当該画像の下から走査する。そして、走査によって除去された道路領域の画像部分には、所定の濃度値(例えば黒)を設定する。

【0056】ステップS41：ステップS37にてサンプリングした道路領域の濃度値を参照することにより、当該赤外画像に含まれる車両の画像部分の濃度値Bを、 $B = (\text{サンプリング濃度値}) \times A$ (本実施形態では、 $A > T1 = 1.0$)なる計算によって推定する。

【0057】ステップS42：ステップS41にて算出した濃度値Bを利用して、ステップS1にて入力された赤外画像を2値化する。本ステップにて算出される2値化画像は、車両である可能性が高い高濃度部分の画像である。

【0058】ステップS43：ステップS339及びステップS40にて空領域及び道路領域が除去された2つの画像と、ステップS42にて算出された2値化画像との論理積(AND)を採ることにより、車両の輪郭画像(図7の領域24)である可能性が高い部分画像領域(エッジ画像領域)が得られる。

【0059】(車両検出処理)図10は、IS2による車両の認定処理のうち、車両検出処理(図8のステップS26)の詳細を示すフローチャートである。

【0060】同図において、ステップS51、ステップS52：赤外線カメラから新たな処理対象として、1フレーム分の赤外画像を入力し(ステップS51)、その赤外画像の中央下方の画素の濃度値をサンプリングすることにより、図9のステップS37と同様に道路領域の濃度値を入手する(ステップS52)。

【0061】ステップS53：ステップS52にてサンプリングした道路領域の濃度値を参照することにより、当該赤外画像に含まれる排気管領域の画像部分の濃度値Dを、 $D = (\text{サンプリング濃度値}) \times F$ (本実施形態では、 $F > T2 = 2.0 > T1$)なる計算によって推定する。

【0062】ステップS54：ステップS53にて算出した濃度値Dをしきい値として利用して、ステップS51にて入力された赤外画像を2値化する。本ステップにて算出される2値化画像は、排気管である可能性が高い高濃度部分の画像(図7の領域23)であり、この2値化画像の当該赤外画像の全体における位置を、排気管部分の画像位置として設定する。

【0063】ここで、本ステップにて使用する濃度値Dが十分に大きくない場合、算出される2値化画像は、車両の排気口周辺を含む画像(図7の領域22)となってしまうので、排気管の画像位置を基準として利用する本実施形態には好ましくない。

【0064】ステップS55：本実施形態において、E

11

CU11には、赤外線カメラの撮像範囲である画角（図3参照）と、その赤外線カメラの撮像デバイス（例えばCCD：Charge Coupled Device）を構成する画素との距離に関する対応関係が予め記憶されている。そこで、本ステップでは、ステップS54にて設定した排気管部分の画像位置（図11の排気管領域の画像26）を基準として、当該赤外画像の下辺から当該排気管部分の画像位置までの画素数と、上記の距離に関する対応関係とに基づいて、自車両の前方に存在する他車両との距離（即ち、他車両の位置：図11の距離ZIR）を推定すると共に、前回の制御周期における本ステップにて推定した当該他車両との距離を参照することにより、単位時間当たりの変化率を、自車両と当該他車両との相対速度として算出する。

【0065】ステップS56：ECU11には、図12に示すように、検出対象である車両までの距離と、その距離に応じた該車両の標準的な車幅に対応するところの、赤外画像における画素数との対応関係が予めルックアップテーブルとして記憶されており、本ステップでは、当該赤外画像を利用して推定した距離ZIRに従って図12のルックアップテーブルを参照することより、排気管領域の画像26に排気管が撮影されている車両の車幅W（画素数）を推定する。

【0066】尚、IS2による赤外画像に基づく距離検出の精度と、LR1による障害物までの距離検出の精度とを比較した場合は、LR1による場合の方が検出精度に優れる。

【0067】そこで、上記のステップS56では、車幅W（画素数）の推定を、赤外画像に基づいて算出した距離ZIRと、図12に示すルックアップテーブルとを利用して算出したが、この方法は、LR1及びIS2による重複した検出領域（以下、第2検出範囲）に車両が検出されている場合に採用する。

【0068】そして、前回までの制御周期において後述するセンサフュージョンによる最終的な車両特定がなされており（即ち、両方式によって個別に検出された車両が同一車両であるか否かの認定結果が求められており）、且つLR1による検出結果によって対応する車両（グループ）までの距離ZLRが検出されている場合には、検出されていた車両が、第2検出範囲から検出領域が重複していないIS2による単独の検出領域（以下、第1検出範囲）に移動したとき、その距離ZLRに従って図12に示すルックアップテーブルを参照することにより、精度の高い車幅W（画素数）の推定を行う。或いは、センサフュージョンによる最終的な車両特定が同様になされている場合には、後述するLR1による車両の認定処理のグループ化処理（図15のステップS75）において2つのブロックを1グループにまとめるときに、それらブロック間の距離（車体後面の左右端部にあるリフレクタ間の距離に対応する長さ）に応じて標準的

(7)

12

な車幅（画素数）を求めておき、その値をステップS56において採用しても良い。

【0069】ステップS57：本ステップでは、上述した車両画像の概略推定処理にて算出した部分画像領域に対して採用するフレーム（テンプレート）のサイズを決定する。

【0070】即ち、ECU11には、決定すべきフレームに関するサイズ情報として、排気管領域の画像位置を基準とする上下左右の所定の割合情報（図11に示す横方向の1/2、縦方向の2/7、5/7）が予め記憶されており、この割合情報は、検出対象の車両（車種）の断面形状における排気管位置の標準的な値に基づいて設定されている。そこで、ステップS57では、ステップS56にて推定した車幅Wに基づいて当該割合情報を参照することにより、ステップS54にて設定した排気管部分の画像位置を基準として、上下左右に所定割合のサイズを有するフレーム（図11では、正方形で示すテンプレート27）を設定する。

【0071】従って、本実施形態によれば、フレームサイズの決定に際して、前段の処理で検出されるであろう赤外画像に含まれる車両画像の位置（即ち車両との距離）に応じて多数のフレーム情報を、検出対象の車種毎に予め記憶する必要は無く、フレームサイズの演算は車幅Wと割合情報とに基づく車種毎に1回の処理で済むため、後述するパターンマッチング処理にて使用すべき最適なフレームサイズを迅速に決定することができると共に、ECU11に必要なメモリ領域を節約できる。

【0072】ステップS58：上述した車両画像の概略推定処理にて算出した部分画像領域に対して、ステップS57にて設定したフレームを用いてパターンマッチングを施すことにより、注目している部分画像領域が車両を表わす画像であるかを判定する。より具体的には、注目している部分画像領域のエッジ画像と、ステップS57にて設定したフレームとの論理積（AND）を採り、その演算結果、当該両画像の重複部分が所定値より大きいときには、検出対象である車両と判断すれば良い。

【0073】また、ECU11にて複数車種を検出対象とする場合は、上記の割合情報を車種毎に予め記憶しておき、ステップS57にて検出対象の車種毎に1つ最適なフレームサイズを決定し、ステップS58では、注目している部分画像領域に対して当該車種毎のフレームを用いてパターンマッチングを順次行い、最も重複部分が多かったフレームを選択することにより、選択されたフレームに対応する車種の車両が、自車両の前方に存在すると判定することもできる。

【0074】ステップS59、ステップS60：ステップS59におけるパターンマッチングの結果に対する重み付け処理を行い（ステップS59）、その結果に基づいて、現在（今回の制御周期において）注目している部分画像領域が検出対象の車両であるか否かを認定する

(8)

13

(ステップS60)。以下にステップS59及びステップS60の詳細を説明する。

【0075】ステップS59において、IS2による車*

$$W_{IS}(t) = W_{IS}(t-1) + K_{AR} \cdot W_{AR}(t) + K_{EP} \cdot W_{EP}(t) + K_{CER} \cdot W_{CER}(t) + K_{TA} \cdot W_{TA}(t, t-1) + K_{TEP} \cdot W_{TEP}(t, t-1) - K_{IS} \cdot e^{-1} \dots (1),$$

によって求めることができる。

【0076】但し、上記の式において、

- ・時刻 $t-1$ において算出した点数: $W_{IS}(t-1)$,
 - ・時刻 t におけるアスペクト比に関する点数: $K_{AR} \cdot W_{AR}(t)$,
 - ・時刻 t における排気管の位置に関する点数: $K_{EP} \cdot W_{EP}(t)$,
 - ・排気管領域の画像面積／車両領域の画像面積の比に関する点数: $K_{CER} \cdot W_{CER}(t)$,
 - ・車両領域の画像面積の時間変化に関する点数: $K_{TA} \cdot W_{TA}(t, t-1)$,
 - ・排気管の位置の時間変化に関する点数: $K_{TEP} \cdot W_{TEP}(t, t-1)$,
 - ・正規分布にするための係数: $K_{IS} \cdot e^{-1}$,
- である。

【0077】尚、本実施形態においてアスペクト比とは、算出結果に対する信頼性を表わす値であり、信頼性が高いほど1に近く、信頼性が低いほど0に近い値を採る。

【0078】ここで、定数項 $W_{AR}(t)$ は、図13(a)に示すところの、時刻 t における演算結果のアスペクト比に関する定数であり、赤外画像の全体領域における部分画像領域の位置に応じて設定される。この定数は、赤外線カメラによって撮像された赤外画像に基づいて距離を算出する場合、赤外画像の端に位置する画素(画角の端の画素)ほど画像の信頼性が劣化するという一般的な特性が有るので、その特性を反映するための値である。

【0079】定数項 $W_{EP}(t)$ は、図13(b)に示すところの、時刻 t における排気管の位置に関する定数であり、赤外画像の全体領域における排気管の画像位置に応じて設定される。

【0080】定数項 $W_{CER}(t)$ は、図13(c)に示すところの、排気管領域の画像面積／車両領域の画像面積の比に関する定数であり、注目している部分画像領域の面積に対する排気管位置の画像部分の面積が所定値(本実施形態では $1/10$) から大きく異なるほど小さな値が選択される。

【0081】定数項 $W_{TA}(t, t-1)$ は、図14(d)に示すところの、車両領域の画像面積の時間変化に関する定数であり、赤外線カメラの1回の制御周期(本実施形態では $t=100\text{msec}$) の僅かな時間間隔にも関わらず、注目している部分画像領域の面積が大きく異なるほど小さな値が選択される。

【0082】定数項 $W_{TEP}(t, t-1)$ は、図14(e)に示すところの、排気管の位置の時間変化に関する定数であ

14

* 両検出結果の時刻 t における点数(重み付け値) $W_{IS}(t)$ は、以下の(1)式:

り、赤外線カメラの1回の制御周期(本実施形態では $t=100\text{msec}$) の僅かな時間間隔にも関わらず、注目している部分画像領域の内部における排気管領域の画像位置が大きく異なるほど小さな値が選択される。

10 【0083】尚、上述した図13及び図14に示した特性は、ECU11に予めルックアップテーブルとして記憶されている。

【0084】また、係数 K_{IS} は、

係数 $K_{IS} = K_{AR} + K_{EP} + K_{CER} + K_{TA} + K_{TEP}$,
なる関係がある。

【0085】そして、ステップS60における認定処理では、上記のステップS59の処理にて算出された点数(重み付け値) $W_{IS}(t)$ の値が1以上のときには、今回の制御周期において注目している部分画像領域の画像が検出対象の車両を表わすと認定する。また、本ステップにおいて車両であると認定した場合には、後述するセンサーフュージョンの処理の都合から、点数 $W_{IS}(t)$ の値を1に設定する。

20 【0086】以上説明したIS2による車両の認定処理によれば、車両画像の概略推定処理(図9)によって検出された車両(車両である可能性の高いエッジ画像)毎に車両検出処理(図10)が行われることにより、それら車両の位置(相対距離)及び速度(図10のステップS55)と、その演算結果の信頼性に関する値(図10のステップS60)とを、高精度に算出することができる。

30 【0087】＜LR1による車両の認定処理＞次に、LR1による車両の認定処理について、図15乃至図18を参照して説明する。

【0088】はじめに、本実施形態におけるLR1による車両の認定処理を概説する。LR1による車両の認定処理では、検出した反射波のうち、所定のしきい値より大きな強度の反射波から移動方向及び速度が近似するものを1ブロックにまとめるブロック化処理と、ブロック化によってまとめられた複数のブロックのうち、近傍に位置する2つのブロックを、検出対象である車両として1つのグループにまとめるグループ化処理と、検出されたグループ単位で、存在及び移動状態を判定する認定処理とにより構成される。

40 【0089】尚、本実施形態の前提として、検出対象である車両の後部バンパーの両端部付近には、それぞれ反射板(リフレクタ)が取り付けられており、LR1による車両の検出は、反射板からの検出波の反射波に基づいて行われる。以下、LR1による車両の認定処理について、図15乃至図19を参照して説明する。

50

15

【0090】図15は、本実施形態におけるECU11が実行するLR1による車両の認定処理を示すフローチャートであり、図6のステップS12の詳細な処理手順を示す。

【0091】図15において、ステップS71:LR1によって図3に示す検出波の伝搬範囲を走査し、その結果、車両100の前方に存在する障害物から戻ってくる反射波に基づいて、当該障害物までの距離及び存在方向(位置)の情報を入手する。本ステップにて入手する情報は、図16(a)に「レーザレーダの出力データ」に示すように、図3に示す検出波の伝搬範囲において複数の点状に離散した状態の検出結果である。

【0092】ステップS72:ステップS71にて検出された障害物までの距離(位置)と、前回までの制御周期において後述するステップS74にて既にブロック化されている障害物までの距離(位置)とを参照することにより、今回の制御周期においてステップS71にて検出された障害物が既にブロック化されているかを判断する。

【0093】ステップS73:ステップS72の判断にてブロック化済みであるので、対象となる障害物からの反射波の強度が所定値より大きな検出値であるものを選択し、1つのブロックとしてまとめる。

【0094】ステップS74:ステップS72の判断にて未だブロック化されていないので、ステップS71にて検出された障害物に対して、所定のしきい値より大きな強度の反射波から移動方向及び速度が近似するものを1ブロックにまとめるブロック化処理(ブロックラベリング)を行う。これにより、図16(a)の「レーザレーダの出力データ」は、図16(b)の「ブロックラベリング」に示すように、複数のブロックにまとめられる。このとき、レーザレーダの出力データを1ブロックとしてまとめる基準は、標準的なリフレクタの大きさに基づいて設定する。

【0095】ステップS75:ステップS74にて入手した複数のブロック、またはステップS73にて入手したブロックのうち、相対速度が略等しく、且つ近傍に位置する2つのブロックを、検出対象である車両として1つのグループにまとめるグループ化処理(グループラベ

(9)

16

*リング)を行う。これにより、図16(b)の「ブロックラベリング」に示す各ブロックは、図16(c)の「グループラベリング」に示すように、複数のグループにまとめられる。そして、本ステップによれば、例えば、1つのグループを構成するために参照した2つのブロックをなすLR1の検出結果の平均値を求めることにより、グループ(車両)毎に、自車両との相対的な位置関係(距離)が求まる。

【0096】尚、IS2による単独の第1検出範囲において検出されていた車両が、LR1及びIS2による重複した第2検出範囲に移動したときに、その車両が前回までの制御周期においてIS2によって既に検出されている車両(グループ)であるときには、その車両に対する上記ステップS75に記載したブロック化処理を簡略化することができる。即ち、前述したIS2による車両位置(距離)及びIS2による車幅データに基づいて、LR1の検出範囲に存在する同一車両のリフレクタからの反射波データの存在すべき領域を推定し、推定した領域内に存在する2つのブロックについては、1つのグループとしてまとめれば良い。但し、この処理は、IS2による車幅データの信頼性が低いとき(例えば、夕方等のように路面温度が比較的高いとき)には行わないものとする。この場合、第2検出範囲から第1検出範囲に移動した車両に対するIS2による検出結果は、所定時間にわたって記憶しておけば良い。これにより、自車両前方における割り込み車両を迅速に認識することができる。

【0097】ステップS76:検出されたグループ単位で、ステップS75におけるグループ化によって検出された車両(グループ)の移動状態を検出するトラッキング処理を行う。即ち、時刻tにおける先行車両の位置情報と、その車両の時刻t-1における位置情報とにより、当該車両の車両100に対する速度(相対速度)ベクトルVは算出可能であり(図17参照)、算出した速度ベクトルVのX方向成分を算出することにより、当該車両の横移動速度が求まる。

【0098】即ち、自車両前方に存在する他車両の横方向速度は、

$$\cdot \text{平滑化距離 } X_{sk} = \text{予測距離 } X_{pk} + \alpha (\text{検出距離 } X_k - \text{予測距離 } X_{pk}) \quad \dots (2)$$

$$\cdot \text{横移動速度 } V_{sk} = \text{前回の横移動速度 } V_{sk-1} + \beta / \text{サンプリング周期 } T (\text{検出距離 } X_k - \text{予測距離 } X_{pk}) \quad \dots (3)$$

$$\cdot \text{予測距離 } X_{pk+1} = \text{平滑化距離 } X_{sk} + \text{サンプリング周期 } T \times \text{横移動速度 } V_{sk} \quad \dots (4)$$

なる数式によって表現することができる。

【0099】ここで、他車両の速度に関する上記の式(2)乃至(4)において、 α は移動量に関し、検出値と予測値をどれくらいの割合で合成するかを表わすパラメータである。 β は次の予測距離を決定するのに、どれ

くらいの割合で合成するかを表わすパラメータである。

また、縦方向速度は、上記の各式においてxをyに置き換える式によって同様に算出できる。

【0100】従って、LR1からの出力信号がECU11に時系列に輸入される限り、このようなトラッキング

(10)

17

処理をグループ化によって検出された車両（グループ）毎に行うことにより、それら車両の次の制御周期における挙動（位置及び速度）を正確に予測することができる。この次の制御周期における挙動予測の結果は、後述するセンサフュージョンの処理において特定していた車両が第2検出範囲から第1検出範囲に移動してしまい、実測値を利用したLR1による検出結果が求められない場合においても、センサフュージョンを継続する際に使用される（詳細は後述する）。

【0101】ステップS77、ステップS78：検出さ * 10

$$W_{LR}(t) = W_{LR}(t-1) + K_{BL} * W_{BL}(t) + K_{DB} * W_{DB}(t) + K_{TDR} * W_{TDR}(t, t-1) + K_E \\ PR * W_{EPR}(t) - K_{BL} - (K_{DB} + K_{TDR} + K_{EPR}) * e^{-1} \dots \dots (5),$$

によって求めることができる。

【0103】但し、上記の式において、

- ・時刻 $t-1$ において算出した点数： $W_{LR}(t-1)$,
 - ・注目グループについて検出したブロック数に関する点数： $K_{BL} * W_{BL}(t)$,
 - ・注目グループをなす2つのブロック間の距離に関する点数： $K_{DB} * W_{DB}(t)$,
 - ・注目グループをなす2つのブロック間の距離変化に関する点数： $K_{TDR} * W_{TDR}(t, t-1)$,
 - ・注目グループの予測位置と検出位置との差に関する点数： $K_{EPR} * W_{EPR}(t)$,
 - ・正規分布にするための係数： $K_{BL} - (K_{DB} + K_{TDR} + K_{EPR}) * e^{-1}$
- である。

【0104】ここで、定数項 $W_{BL}(t)$ は、図18(a)に示すところの、注目グループについて検出したブロック数に関する定数であり、本実施形態では1台の車両に2つのリフレクタが取り付けられていることを前提としているので、検出されたブロック（リフレクタ）数が2のときに当該定数として1が選択される。

【0105】定数項 $W_{DB}(t)$ は、図18(b)に示すところの、注目グループをなす2つのブロック間の距離に関する定数であり、ブロック（リフレクタ）間の距離が検出対象の車両における2つのリフレクタ間の標準的な距離（本実施形態では1.2m）に近いほど当該定数は1に近い値が選択される。

【0106】定数項 $W_{TDR}(t, t-1)$ は、図19(c)に示すところの、注目グループをなす2つのブロック間の距離変化に関する定数であり、LR1の1回の制御周期の僅かな時間間隔にも関わらず、ブロック（リフレクタ）間の距離が大きく異なるほど小さな値が選択される。

【0107】定数項 $W_{EPR}(t)$ は、図19(d)に示すところの、注目グループの予測位置と検出位置との差に関する定数であり、上記の式(2)乃至(4)を用いてステップS76にて算出した予測位置と、ステップS75のグループ化の時点で入手した実際の検出位置との差が大きいくほど、小さな値が選択される。

【0108】尚、上述した図18及び図19に示した特

18

*れたグループ単位で、ステップS76におけるトラッキング処理の結果に対する重み付け処理を行い（ステップS77）、その結果に基づいて、現在（今回の制御周期において）注目している各車両（1つの注目グループ）が検出対象の車両であるか否かを認定する（ステップS78）。以下にステップS77及びステップS78の詳細を説明する。

【0102】ステップS77において、LR1による車両検出結果の時刻 t における点数（重み付け値） $W_{LR}(t)$ は、以下の式(5)：

性は、ECU11に予めルックアップテーブルとして記憶されている。

【0109】そして、ステップS78における認定処理では、上記のステップS77の処理にて算出された点数（重み付け値） $W_{LR}(t)$ の値が1以上のときには、注目グループが検出対象の車両を表わすと認定する。また、本ステップにおいて車両であると認定した場合には、後述するセンサフュージョンの処理の都合から、点数 $W_{LR}(t)$ の値を1に設定する。

【0110】以上説明したLR1による車両の認定処理によれば、車両検出処理（図15）が行われることにより、車両を表わすグループ毎に、位置（相対距離）及び速度（図15のステップS75及びステップS76）と、その演算結果の信頼性に関する値（図15のステップS78）とを算出することができる。

【0111】＜センサフュージョンによる車両の認識処理＞上述した各工程により、LR1及びIS2を用いた車両の認定処理による検出結果とその信頼性に関する値が求めたので、それらの値に基づくセンサフュージョンによる車両の認識処理について、図20及び図21を参照して説明する。

【0112】はじめに、本実施形態に係るセンサフュージョンによる車両の認識処理を概説する。この認識処理では、上述したLR1及びIS2による車両の認定処理によって車両であると認定されたそれぞれの物体の位置及び速度の相関関係を表わす値を算出すると共に、その相関関係を表わす値と、LR1及びIS2による車両の認定処理によってそれぞれ検出された位置及び速度の信頼性に関する値との和が所定のしきい値より大きいときに、それら物体を、監視対象である1つの車両として正式に認識する処理を行う。

【0113】（LR1及びIS2の検出結果によるセンサフュージョン）以下、センサフュージョンによる車両の認識処理について、図20及び図21を参照して説明する。本実施形態において、センサフュージョンによるLR1及びIS2を用いた車両の認定処理結果の評価は、赤外画像の座標系において行う。

【0114】但し、IS2による距離推定は、光学系及

50

(11)

19

び撮像デバイスを利用した方法であるため、赤外画像の中央部分と比較して左右の端部の信頼性に劣り、且つ自車両から遠方方向（Z方向）の信頼性もある程度の距離を越えると徐々に低くなることが一般的に知られている。また、検出対象の物体の一部が画角から外れてしまった場合には正確な検出を行うことができない。そこで、図20に示すように、IS2に関して、X方向（横方向）の信頼性の定義（図20（a））と、Z方向（縦方向）の信頼性の定義（図20（b））とをECU11に予め記憶しておくことにより、IS2による距離推定の信頼性を定義する。

【0115】一方、LR1による距離推定は、IS2を用いた場合と比較して検出範囲が長く、検出結果の信頼性も高いが、左右方向に対する検出範囲が狭い。そこで、図21に示すように、LR1に関して、X方向（横方向）の信頼性の定義（図21（a））と、Z方向（縦方向）の信頼性の定義（図21（b））とをECU11に予め記憶しておくことにより、LR1による距離推定の信頼性を定義する。

【0116】次に、センサフュージョンのアルゴリズムについて説明する。

【0117】図3を参照して示したように、IS2の検出範囲は、LR1の検出範囲を内包するように設定されているので、当該2種類の検出方式には、検出領域が重複していない第1検出範囲と、重複している第2検出範囲とがある。これに対して、センサフュージョンの基本概念としては、同じ検出対象に対して複数の検出結果が存在することが前提となるため、本実施形態においても、基本的には、LR1及びIS2による実測値に基づく2種類の検出結果が存在する場合にセンサフュージョンを行う。

20

* 【0118】（LR1及びIS2による検出結果のセンサフュージョン）LR1及びIS2によるそれぞれの検出結果が存在する場合に、センサフュージョンでは、当該2種類のセンサによって検出された物体が本当に車両であるのか、或いは何等かのノイズによるものなのかを判断しなければならない。

【0119】ここで、第2検出範囲に車両が存在する場合には、

- ・LR1及びIS2によって検出される信頼性の点数（ W_{IS} , W_{LR} ）が高い、
 - ・LR1及びIS2によって検出される車両の位置と速度との相関度が高い、
 - ・そして、LR1及びIS2の両センサに時間的に比較的長く反応する、
- という特徴がある。

【0120】また、第2検出範囲にノイズが存在する場合には、

- ・LR1及びIS2によって検出される信頼性（ W_{IS} , W_{LR} ）が低い、
 - ・LR1及びIS2によって検出される車両の位置と速度との相関度が低い、
 - ・そして、LR1及びIS2の両センサに反応する時間が比較的短い、
- という特徴がある。

【0121】そこで、本実施形態では、上記の第2検出範囲における特徴を踏まえたセンサフュージョンの式を、下記の式（6）のように定式化することにより、センサフュージョンの点数 S_F を求める。

【0122】

【数1】

$$S_F = \left[\sum_{j=T_j-1}^{T_j} (\phi_f O_f O + \phi_g O_g O) / (T_j - T_{j-1}) \right] + (\theta_{IS} O W_{IS} + \theta_{LR} O W_{LR}) \quad \cdots (6)$$

但し：

・ j は、現在の時刻である。

・ $0 \leq S_F \leq 2$ 、

・ $0 \leq \left[\sum_{j=T_j-1}^{T_j} (\phi_f O_f O + \phi_g O_g O) / (T_j - T_{j-1}) \right] \leq 1$: $0 \leq$ (時系列を用いた位置と速度の相関

度) ≤ 1

・ $0 \leq (\theta_{IS} O W_{IS} + \theta_{LR} O W_{LR}) \leq 1$

: $0 \leq$ (ISとLRの信頼性の点数) ≤ 1

【0123】また、係数 $\theta_{IS}()$ 及び $\theta_{LR}()$ については、式（13）及び式（14）を参照して後述する。

【0124】そして、上記の式（6）によって算出したセンサフュージョンの点数 S_F が1以上であるときには、「車両である」と認定する。また、このとき、時系列なデータに基づいて算出した位置と速度との相関度、

或いはLR1及びIS2による検出結果の信頼性の点数 W_{IS} または W_{LR} の何れか一方が1点満点に近い点数であれば、他方の値が比較的低い点数であっても、「車両である」と認定する。

【0125】ここで、式（6）の第1項の位置と速度との相関度を表す関係式において、 $f()$ は位置の相関

50

(12)

21

度、 $g()$ は速度の相関度を表しており、 $0 \leq f() \leq 1$ 、 $0 \leq g() \leq 1$ の範囲の値を採る。これらの関数の具体的な式を、下記の式(7)及び式(8)に示す。*

$$f() = f(XIS, ZIS, XLR, ZLR, \omega_x, \omega_z, L_x, L_z) = 1 - \left(\omega_x() \frac{|XIS - XLR|}{L_x()} + \omega_z() \frac{|ZIS - ZLR|}{L_z()} \right) \quad \dots (7)$$

但し、 $0 \leq f() \leq 1$

$$g() = f(VXIS, VZIS, VXLR, VZLR, \omega_x, \omega_z, L_x, L_z) = 1 - \left(\omega_x() \frac{|VXIS - VXLR|}{L_x()/T} + \omega_z() \frac{|VZIS - VZLR|}{L_z()/T} \right) \quad \dots (8)$$

但し、 $0 \leq g() \leq 1$, $T = 0.1$

【0127】ここで、 $\omega_x()$ 、 $\omega_z()$ は、以下に示すX方向（自車両の横方向）、Z方向（自車両の前方向）の相対的な信頼性の関数であり、 $\omega_x() + \omega_z() = 1$ を満たす。また、 $L_x()$ 、 $L_z()$ は、X方向、Z方向の限界偏差であり、共に距離ZIS、ZLRの関数である。更に、Tは、サンプリング時間である。

【0128】例えば、車両（先行車両）が自車両より遠くに存在する場合、LR1と比較してIS2の検出精度が劣化するため、当該両センサによって検出されるZ方向の位置の偏差は大きくなる。従ってこのような場合は、 $\omega_z()$ の値が $\omega_x()$ に比べて低くなるように調整する。また、Z方向において車両（先行車両）が自車両の至近距離に存在する場合には、 $\omega_x() > \omega_z()$ となるように調整する。これにより、周囲の環境変化を認識結果の確度（信頼性）に反映することができる。

【0129】同様な考え方により、車両（先行車両）が自車両の前方を基準として左右に存在する（X方向の）場合には、 $\omega_x() < \omega_z()$ となるように調整する。また、車両（先行車両）が自車両の前方（Z軸上）の比較的近距離な位置に存在する場合は、何れのセンサによる検出結果の信頼性も同じであるとみなせるので、 $\omega_x() = \omega_z()$ とする。

【0130】また、一般にレーザレーダによる検出結果は、雨天や霧等の天候の影響を受け易い。そこで、本実施形態において、ECU11は、上記の如くセンサフュージョンを行うに際して、悪天候を検出した場合にはL

22

* 【0126】
【数2】

R1による検出結果に対する信頼性を晴天時と比較して低く調整する。このとき、自車両周囲の天候の検出は、ワイパースイッチ6の操作状態（当該スイッチがオン状態であれば悪天候と推定する）及び照度センサ8の検出結果に基づいて判断すれば良い。

【0131】また、一般に赤外線カメラによる検出結果は、路面温度が高くなる夏季や夕方の時間、並びに夕方の時間帯に大きく傾いた太陽光の方向に自車両が進む場合には影響を受け易い。特に本実施形態では、前方に存在する車両の排気管位置の撮影を容易にすべくIS2の取り付け位置を低くしているので何等かの対策が必要である。そこで、ECU11は、上記の如くセンサフュージョンを行うに際して、例えばGPSセンサ10を介して入手した時間情報やナビゲーションユニット（不図示）から入手した進行方向やカレンダー情報、並びに照度センサ8の検出結果を参照することにより、係る走行環境であるか否かを推定し、検出結果が影響を受け易い走行環境であると判断した場合には、IS2による検出結果に対する信頼性を、そうでない場合と比較して低く調整する。これにより、周囲の環境変化を認識結果の確度（信頼性）に反映することができる。

【0132】信頼性の関数 $\omega_x()$ 、 $\omega_z()$ 、 $L_x()$ 、 $L_z()$ を、以下の式(9)乃至式(12)の如く定式化する。

【0133】

【数3】

(13)

23

センサ間のZ方向に対するX方向の相対的信頼性:

$$\omega_x() = \omega_x(\delta_{ISX}(), \delta_{ISZ}(), \delta_{L RX}(), \delta_{L RZ}()) = \frac{a\delta_{ISX} + c\delta_{L RX}}{a\delta_{ISX} + b\delta_{ISZ} + c\delta_{L RX} + d\delta_{L RZ}} \cdots (9)$$

但し、 $0 \leq \omega_x() \leq 1$

センサ間のX方向に対するZ方向の相対的信頼性:

$$\omega_z() = \omega_z(\delta_{ISX}(), \delta_{ISZ}(), \delta_{L RX}(), \delta_{L RZ}()) = \frac{b\delta_{ISZ} + d\delta_{L RZ}}{a\delta_{ISX} + b\delta_{ISZ} + c\delta_{L RX} + d\delta_{L RZ}} \cdots (10)$$

但し、

$$\bullet 0 \leq \omega_z() \leq 1$$

$$\bullet a = 0.1, b = 0.4, c = 0.1, d = 0.4$$

$$\bullet \omega_x() + \omega_z() = 1$$

センサ間のX方向の偏差限界:

$$L_x() = \frac{1}{2}(W_{IS}(ZIS) + W_{LR}(ZLR)) \cdots (11)$$

 $W_{IS}(ZIS)$: 距離ZISの車両の画面上での車幅 $W_{LR}(ZLR)$: 距離ZLRの車両の画面上での車幅

センサ間のZ方向の偏差限界:

$$L_z() = K_1 \times \frac{ZIR + ZLR}{2} + K_2 \cdots (12)$$

$$K_1 > 0, K_2 > 0$$

【0134】また、 $\phi_f()$ 、 $\phi_g()$ は係数であり、車両(先行車両)の位置により変動する関数であり、 $0 \leq \phi_f() \leq 1$ 、 $0 \leq \phi_g() \leq 1$ の範囲の値を採り、 $\phi_f() + \phi_g() = 1$ なる関係を満たす。そして、係数 $\phi_f()$ 、 $\phi_g()$ のECU11による具体的な調整の傾向としては、

・ $\phi_f() < \phi_g()$: 即ち、車両(先行車両)が自車両に近いほど速度に比重を置く(IS2を優先する)。

・ $\phi_f() > \phi_g()$: 即ち、車両(先行車両)が自車両から遠いほど位置に比重を置く(LR1を優先する)。

【0135】実際のパラメータとしては、同様に、LR1及びIS2のX方向及びZ方向の信頼性の関数を用いる。

【0136】以下に $\phi_f()$ と $\phi_g()$ とを定式化する。

【0137】

【数4】

位置の速度に対する相対的信頼性:

$$\phi_f() = K_{\phi 1} \times \frac{ZIS + ZLR}{2} + K_{\phi 2}$$

$$0 \leq \phi_f() \leq 1$$

$$K_{\phi 1} > 0, K_{\phi 2} > 0,$$

速度の位置に対する相対的信頼性:

$$\phi_g() = 1 - (K_{\phi 1} \times \frac{ZIS + ZLR}{2} + K_{\phi 2})$$

$$0 \leq \phi_g() \leq 1$$

$$\phi_f() + \phi_g() = 1$$

24

【0138】式(6)の第2項のLR1及びIS2の信頼性を表す式において、 W_{IS} はIS2における信頼性の点数であり、 W_{LR} はLR1における信頼性の点数であり、 $0 \leq W_{IS} \leq 1$ 、 $0 \leq W_{LR} \leq 1$ の範囲の値を採る。また、 θ_{IS} 、 θ_{LR} は係数であり、車両の位置により変動する関数であり、 $0 \leq \theta_{IS} \leq 1$ 、 $0 \leq \theta_{LR} \leq 1$ の範囲の値を採り、 $\theta_{IS} + \theta_{LR} = 1$ を満たす。

【0139】そして、係数 θ_{IS} 、 θ_{LR} のECU11による具体的な調整の傾向としては、

・係数 $\theta_{IS} < \theta_{LR}$: 即ち、基本的にはIS2よりLR1に大きい比重を置く(LR1を優先する)。

・係数 $\theta_{IS} < \theta_{LR}$: 但し、車両(先行車両)が自車両から遠方になるほどLR1により大きな比重を置く。

【0140】これらの実際のパラメータも同じようにLR1及びIS2のX方向及びZ方向の信頼性の関数を用いる。

【0141】以下に示す式(13)及び式(14)により、 θ_{IR0} と θ_{LR0} を定式化する。

【0142】

【数5】

(14)

25

・ISのLRに対する相対的信頼性:

$$\theta_{IS}() = \theta_{IS}(\delta_{ISX}(), \delta_{ISZ}(), \delta_{LRX}(), \delta_{LRZ}()) = \frac{a'\delta_{ISX} + b'\delta_{ISZ}}{a'\delta_{ISX} + b'\delta_{ISZ} + c'\delta_{LRX} + d'\delta_{LRZ}} \dots \dots$$

(13)

但し、 $0 \leq \theta_{IS}() \leq 1$

・LRのISに対する相対的信頼性:

$$\theta_{LR}() = \theta_{LR}(\delta_{ISX}(), \delta_{ISZ}(), \delta_{LRX}(), \delta_{LRZ}()) = \frac{c'\delta_{LRX} + d'\delta_{LRZ}}{a'\delta_{ISX} + b'\delta_{ISZ} + c'\delta_{LRX} + d'\delta_{LRZ}} \dots \dots$$

(14)

但し、

$$0 \leq \theta_{LR}() \leq 1$$

$$a' = 0.2, b' = 0.1, c' = 0.3, d' = 0.4$$

$$\theta_{IS}() + \theta_{LR}() = 1$$

【0143】本実施形態におけるLR1及びIS2による検出結果のセンサフュージョンによれば、より正確な車両位置を特定することができる。但し、LR1及びIS2による検出範囲が重複する第2検出範囲では、実際には、自車両の前後方向(Z方向)に存在する先行車両の * 20

* 位置特定はLR1による検出結果だけで十分であり、X方向に存在する先行車両の位置特定は、以下に示す式(15)乃至式(16)によるセンサフュージョンによって求めることができる。

【0144】

$$X_{SF} = \eta_{ISX}() \times X_{IS} + \eta_{LRX}() \times X_{LR} \dots \dots \dots (15)$$

但し、式(15)は、(X座標(SF)) = (LR1に対するIS2のX方向に対する信頼性) × (X座標(IS2)) + (IS2に対するLR1のX方向に対する信頼性) × ※

※(X座標(LR1))である。

【0145】

$$Z_{SF} = \eta_{ISZ}() \times Z_{IS} + \eta_{LRZ}() \times Z_{LR} \dots \dots \dots (16),$$

但し、式(16)は、

【0149】

(Z座標(SF)) = (LR1に対するIS2のZ方向に対する信頼性) × (Z座標(IS2)) + (IS2に対するLR1のZ方向に対する信頼性) × (Z座標(LR1))である。

【数6】

【0146】式(15)及び式(16)において、 $0 \leq \eta_{ISX}() \leq 1$ 、 $0 \leq \eta_{LRX}() \leq 1$ 、 $0 \leq \eta_{ISZ}() \leq 1$ 、 $0 \leq \eta_{LRZ}() \leq 1$ の値を採り、 $\eta_{ISX}() + \eta_{LRX}() = 1$ 、 $\eta_{ISZ}() + \eta_{LRZ}() = 1$ を満たす。

【0147】そして、これらの係数のECU11による具体的な調整の傾向としては、

・ $\eta_{ISX}() = \eta_{LRX}()$: X方向においては、基本的にはLR1とIS2に同等の比重を置く。

・ $\eta_{ISX}() > \eta_{LRX}()$: 但し、赤外画像の両端に近づくほどIS2に比重を置く(IS2を優先する)。

・ $\eta_{ISZ}() < \eta_{LRZ}()$: Z方向においては基本的にIS2よりLR1に大きい比重を置く(LR1を優先する)。

・ $\eta_{ISZ}() \ll \eta_{LRZ}()$: 但し、車両(先行車両)が自車両から遠方になるほどLR1により大きな比重を置く。

【0148】以下に示す式(17)及び式(20)により、 $\eta_{ISX}()$ 、 $\eta_{LRX}()$ 、 $\eta_{ISZ}()$ 、 $\eta_{LRZ}()$ を定式化する。

$$\eta_{ISX}() = \eta_{ISX}(\delta_{ISX}(), \delta_{LRX}()) = \frac{a''\delta_{ISX}}{a''\delta_{ISX} + b''\delta_{LRX}} \dots \dots (17)$$

$$\eta_{LRX}() = \eta_{LRX}(\delta_{ISX}(), \delta_{LRX}()) = \frac{a''\delta_{LRX}}{a''\delta_{ISX} + b''\delta_{LRX}} \dots \dots (18)$$

$$\eta_{ISZ}() = \eta_{ISZ}(\delta_{ISZ}(), \delta_{LRZ}()) = \frac{c''\delta_{ISZ}}{c''\delta_{ISZ} + d''\delta_{LRZ}} \dots \dots (19)$$

$$\eta_{LRZ}() = \eta_{LRZ}(\delta_{ISZ}(), \delta_{LRZ}()) = \frac{c''\delta_{LRZ}}{c''\delta_{ISZ} + d''\delta_{LRZ}} \dots \dots (20)$$

【0150】このように、上述したLR1及びIS2によって個別に検出した車両の位置、速度、検出結果の信頼性に基づいて相関関係を算出する上記のセンサフュージョンによれば、監視すべき物体を高精度且つ高確度に認識することができる。

【0151】＜第1検出範囲に他車両(先行車両)が存在する場合＞上記のセンサフュージョンの手順は、上述したようにLR1及びIS2による実測値に基づく検出結果が存在する場合に行うことを基本としている。このため、第1検出範囲に他車両(先行車両)が存在する場合は、LR1による検出が行えないため、上記のセンサフュージョンを行うことができない。

【0152】そこで、本実施形態では、第1検出範囲に他車両(先行車両)が存在する場合に、以下に説明する

(15)

27

2つの処理を行う。

【0153】(IS2の検出結果のみによるセンサフュージョン)式(21)に示す評価関数により、IS2の検出結果のみによるセンサフュージョンを行う。

【0154】

【数7】

$$S_F = \theta'_{IS} W_{IS} : \dots (21)$$

$$\theta'_{IS} = \theta'_{IS} (\delta_{ISX} 0, \delta_{ISZ} 0, \delta_{ISY} 0, \delta_{ISZ} 0, \vec{V}) \dots (22)$$

但し、 $0 \leq \theta'_{IS} \leq 1$

【0155】但し、式(21)において、(SFの点数) = (位置によるIS2の信頼性の関数) × (IS2の点数)である。ECU11が実際に使用するパラメータとしては、図20に示したIS2のX方向及びZ方向の信頼性の関数を用いる。

【0156】また、式(22)は、IS2の点数に車両(先行車)の位置によって変動する係数を掛けることにより、自車両の前方に他車両が存在する可能性を定式化したものである。この式(22)の5つめのパラメータVは、車両(先行車)の横方向(X方向)ベクトルであり、この速度ベクトルが所定の時間にわたって赤外画面の略中央に向いているならば、 $\theta_{IR} = 1$ と設定することにより、自車両前方への飛び出し車両と認識する。これは純粹にIS2による点数を評価の対象としていることを意味している。

【0157】このように、LR1及びIS2による実測値に基づく検出結果が第1検出範囲において行えない場合には、上記の如く車両(先行車)の横方向ベクトルが所定の時間にわたって赤外画面の略中央に向いているときに限って上記のIS2の検出結果のみによるセンサフュージョンを行うことにより、自車両前方への飛び出し車両を早期の段階で迅速に検出することができる。

【0158】(トラッキング処理による車両の挙動予測情報を用いたセンサフュージョンの継続) 上述したLR1の車両認定処理(図15)を行っているときに、第2検出範囲から第1検出範囲に車両が移動してしまい、LR1からの実測データが入力されなくなった場合には、他車両が第2検出範囲に存在するときにトラッキング処理(図15のステップS76)において行っていた車両の挙動予測情報を用いて所定時間(例えば1秒程度)にわたってLR1の車両認定処理(図15)を継続する。ここで、係る挙動予測情報を利用したLR1の車両認定処理の継続を上記の所定時間に限る理由は、車両の挙動予測情報を用いたLR1の車両認定処理の継続時間が長くなるほど演算結果の信頼性が低くなっていくからである。

【0159】このように、車両の挙動予測情報を用いて

28

LR1の車両認定処理(図15)を継続するように構成すれば、上述したLR1及びIS2による検出結果に基づくセンサフュージョンに必要な情報が揃うので、係るセンサフュージョンを継続することができる。但し、LR1による検出結果は、雨天の場合等のように、先行車両によって撒き上げられた雨滴の影響等の影響を受け易いので、上記の挙動予測情報を用いた継続処理は、悪天候の場合は行わないほうが良い。

【0160】尚、上述した本実施形態では、LR1及びIS2の検出結果に基づいて算出した車両認識の結果を、一例として、車間距離警報を行う警報・制御処理(図4)に適用したが、本実施形態におけるセンサフュージョンによる車両認識処理(図6)は、係るシステム構成に限られるものではなく、他の警報システムや自動走行システム、或いは走行支援装置等における他車両の認識に広く利用して好適である。

【0161】また、本実施形態では、自車両の先方に存在するところの、当該自車両と同方向に進む他車両を検出する場合を例として、LR1による車両の検出に、検出対象の車両後部に取り付けられた2つのリフレクタからの反射波を利用したが、この処理構成に限られるものではなく、車両前部にリフレクタが設けられている場合、或いはリフレクタと同等な反射率の部位があるときには、それらからの反射波を利用して上述した本実施形態と同様な手順の処理を行うことにより、対向車の検出を行っても良い。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施形態における警報システムが搭載された車両の装置構成を示すブロック図である。

【図2】本実施形態におけるXYZ座標の定義を説明する図である。

【図3】本実施形態におけるLR1及びIS2の検出範囲を示す図である。

【図4】本実施形態におけるECU11が実行する警報・制御処理のフローチャートを示す図である。

【図5】警報・制御処理においてECU11が参照する判断基準を例示する図である。

【図6】本実施形態におけるECU11が実行する車両認識処理を示すフローチャートである。

【図7】自車両の前方に存在する車両を撮像した赤外画像を例示する図である。

【図8】本実施形態におけるECU11が実行するIS2による車両の認定処理を示すフローチャートである。

【図9】IS2による車両の認定処理のうち、車両画像の概略推定処理(図8のステップS25)の詳細を示すフローチャートである。

【図10】IS2による車両の認定処理のうち、車両検出処理(図8のステップS26)の詳細を示すフローチャートである。

【図11】赤外画像を利用した距離Z、ISの推定方法

(16)

29

と、排気管領域の画像を基準として設定されるフレームのサイズの決定方法とを説明する図である。

【図12】距離ZISと車幅Wとの関係を表わす特性曲線を示す図である。

【図13】IS2による検出結果の重み付け処理において定数項の決定のためにECU11が参照する特性曲線を示す図である。

【図14】IS2による検出結果の重み付け処理において定数項の決定のためにECU11が参照する特性曲線を示す図である。

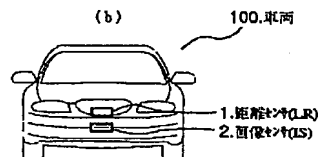
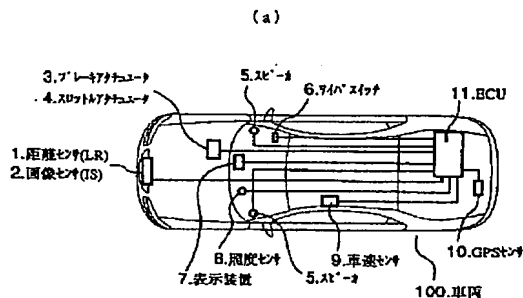
【図15】本実施形態におけるECU11が実行するLR1による車両の認定処理を示すフローチャートである。

【図16】LR1による車両の認定処理におけるグループ化までの手順を説明する図である。

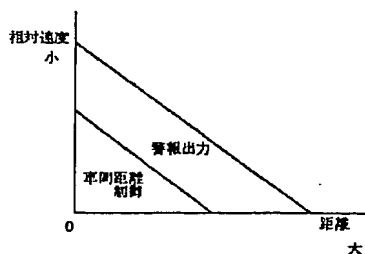
【図17】トラッキング処理における車両の横方向移動速度説明する図である。

【図18】LR1による検出結果の重み付け処理において定数項の決定のためにECU11が参照する特性曲線を示す図である。

【図1】



【図5】



30

【図19】LR1による検出結果の重み付け処理において定数項の決定のためにECU11が参照する特性曲線を示す図である。

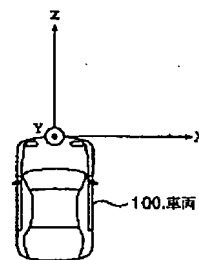
【図20】IS2のX方向及びZ方向に対する検出結果の信頼性の定義を示す図である。

【図21】LR1のX方向及びZ方向に対する検出結果の信頼性の定義を示す図である。

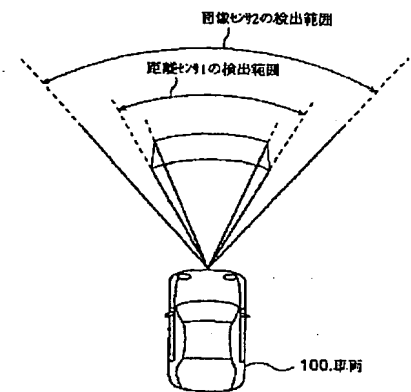
【符号の説明】

- 1 : 距離センサ (LR) ,
- 2 : 画像センサ (IS) ,
- 3 : ブレーキアクチュエータ ,
- 4 : スロットルアクチュエータ ,
- 5 : スピーカ ,
- 6 : ワイパースイッチ ,
- 7 : 表示装置 ,
- 8 : 照度センサ ,
- 9 : 車速センサ ,
- 10 : GPSセンサ ,
- 11 : 電子制御ユニット (ECU) ,
- 100 : 車両 ,

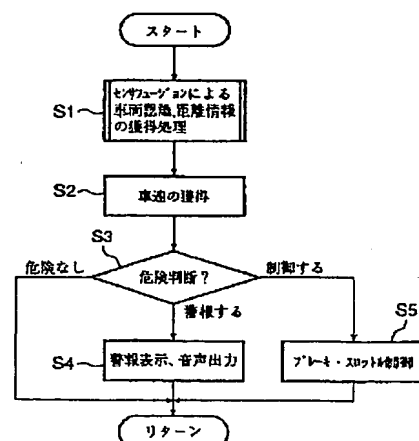
【図2】



【図3】

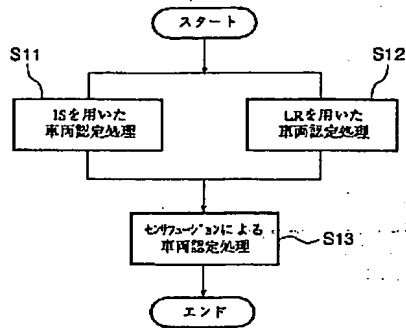


【図4】

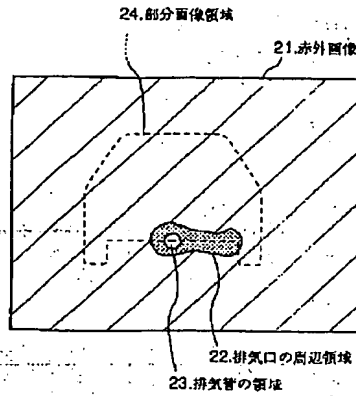


(17)

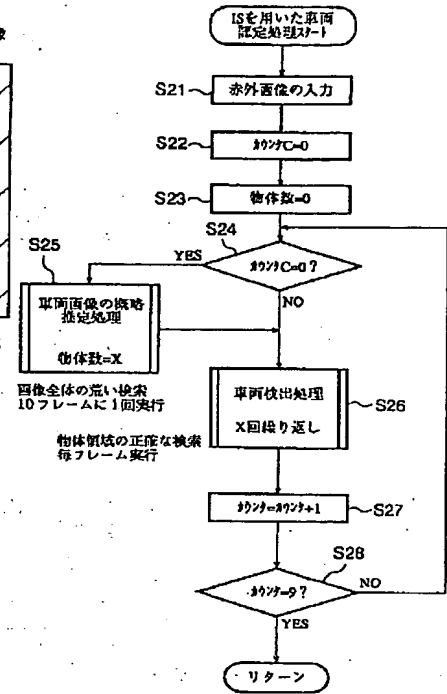
【図6】



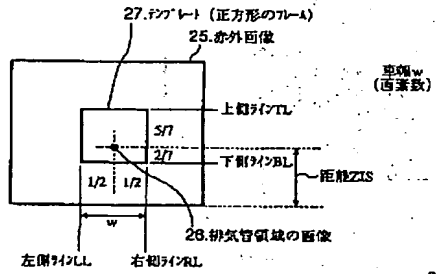
【図7】



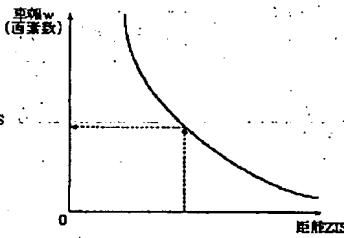
【図8】



【図11】

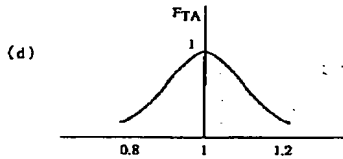


【図12】

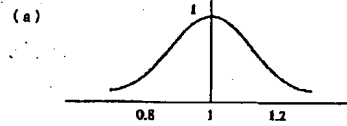


【図14】

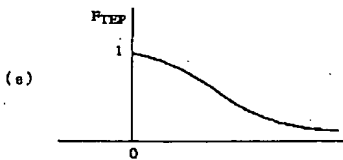
$$WTA(t+1) = FTA(\text{時刻}t\text{の車両面積} / \text{時刻}t-1\text{の車両面積})$$



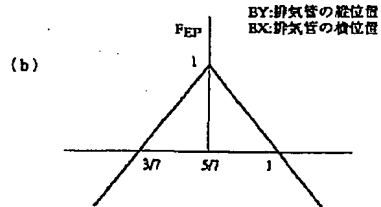
$$WAR(t) = FAR(|BL-TL| / |RL-LL|)$$



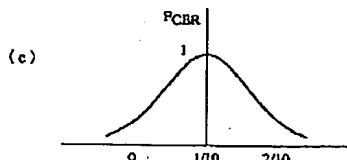
$$WTEP(t+1) = FTEP(\text{時刻}t\text{と時刻}t-1\text{の排気管の移動距離})$$



$$WRP(t) = FEP(|BY-TL| / |RL-LL|)$$

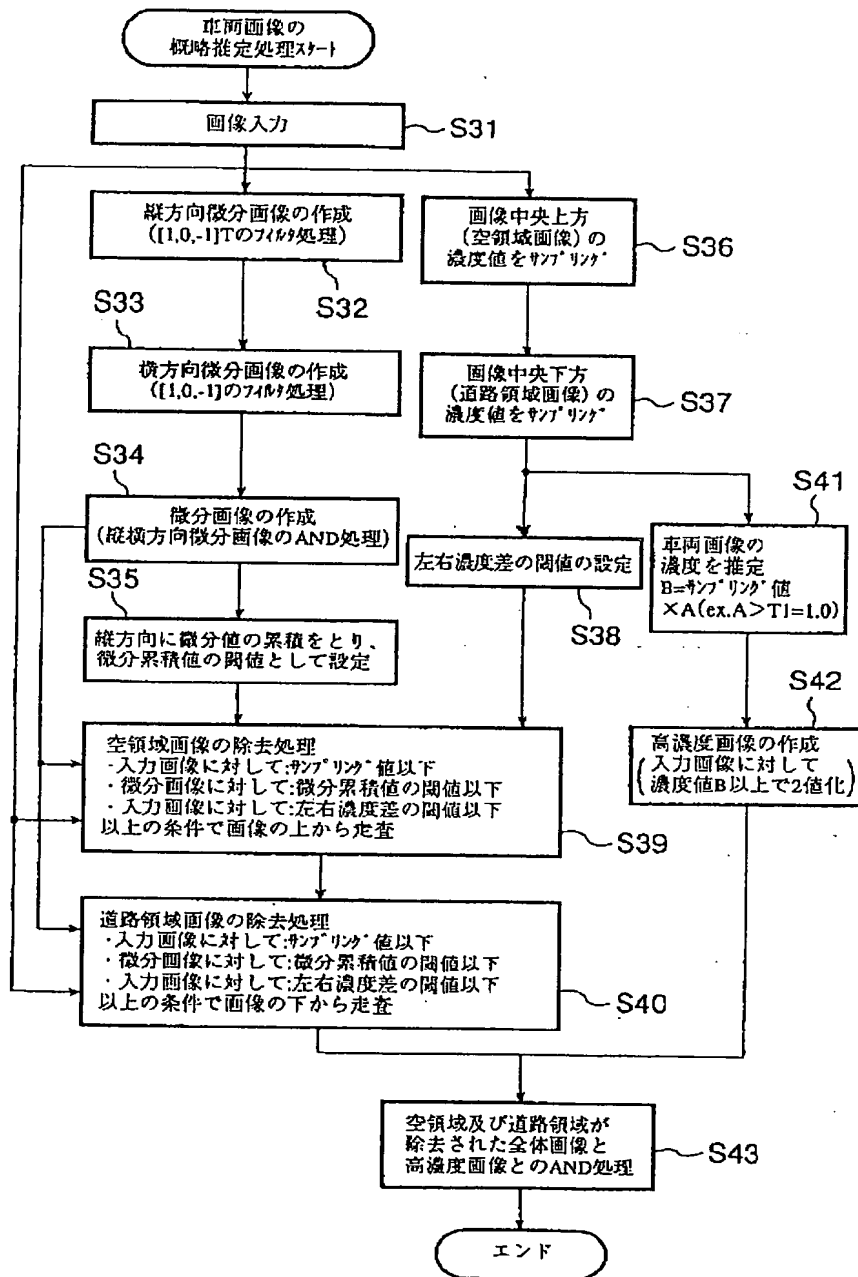


$$WCER(t) = FCER(\text{排気管面積} / \text{車両面積})$$



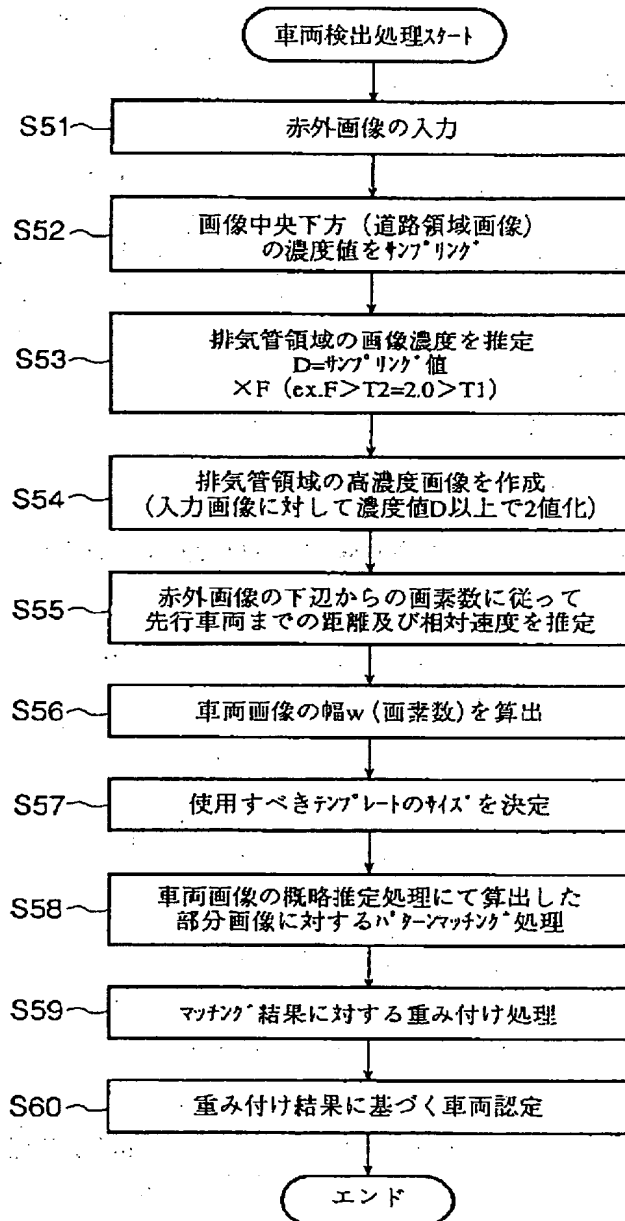
(18)

【図9】

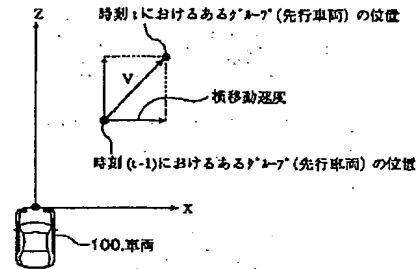


(19)

【図10】

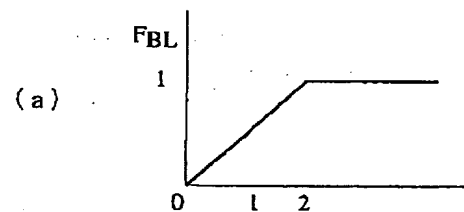


【図17】

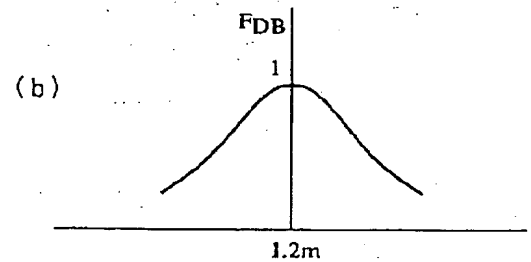


【図18】

$$W_{BL}(t) = F_{BL}(\text{7°ロックの数})$$

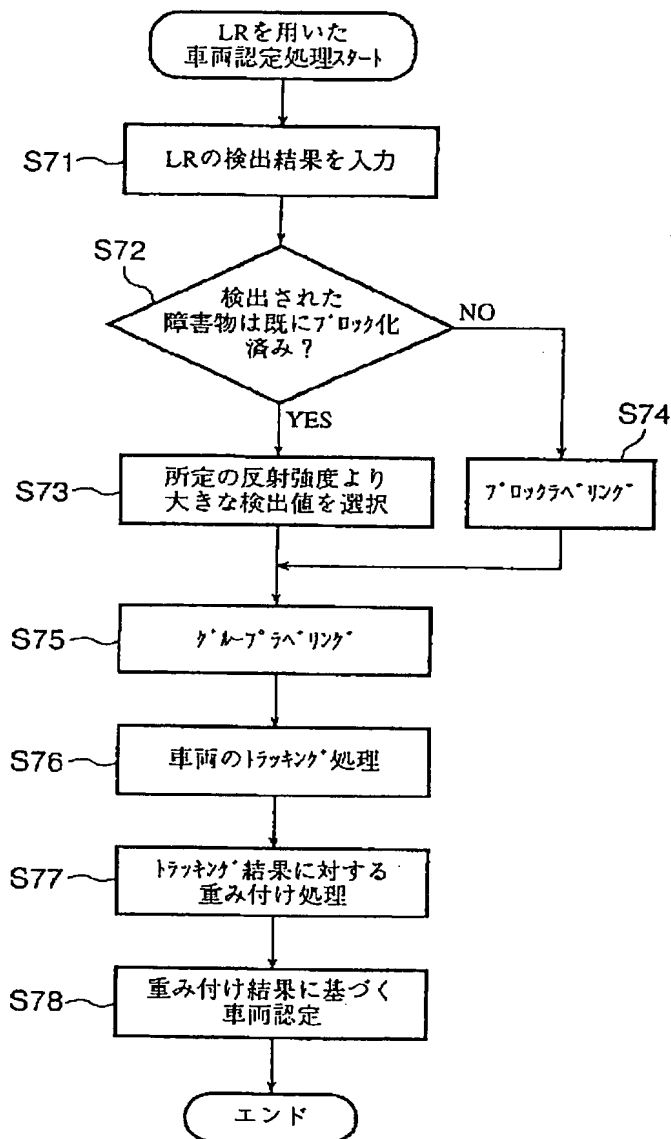


$$W_{DB}(t) = F_{DB}(\text{7°ロック間の距離})$$



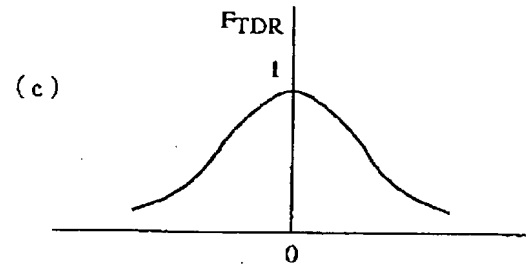
(20)

【図15】

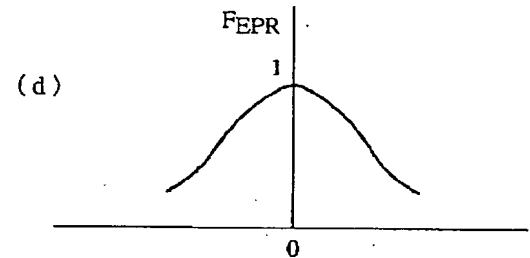


【図19】

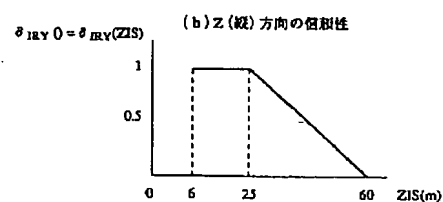
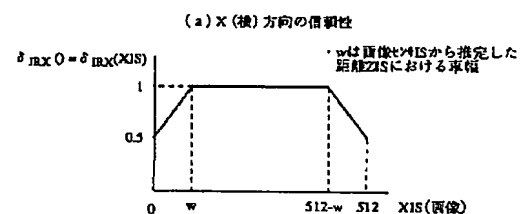
$$WTDR(t, t-1) = FTDR(\text{ブロック間の距離の変化量})$$



$$WEPR(t, t-1) = FEPR(\text{予測距離と検出距離の差})$$

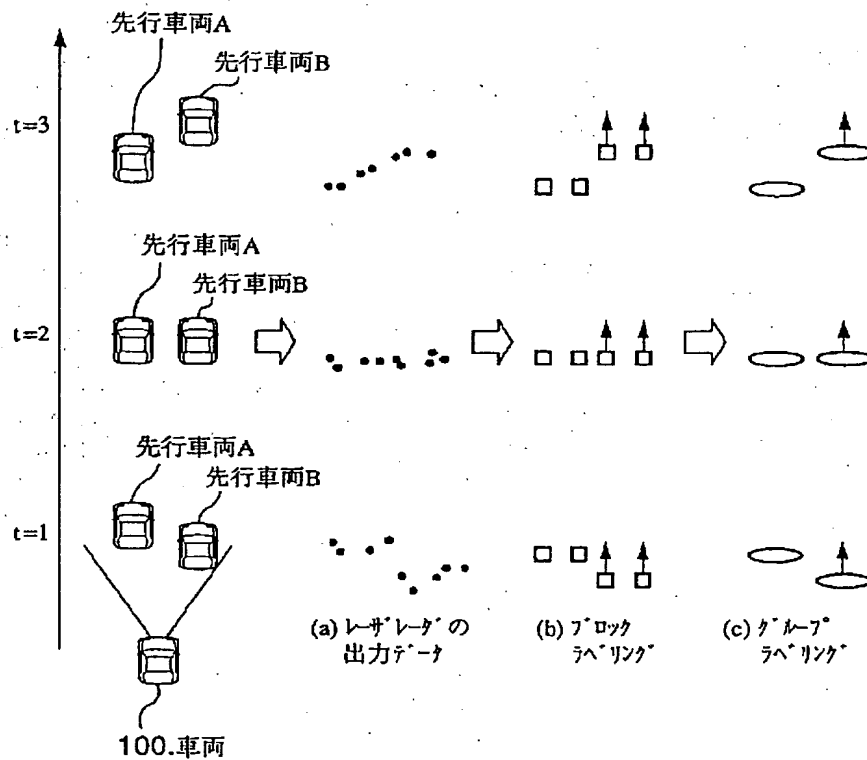


【図20】

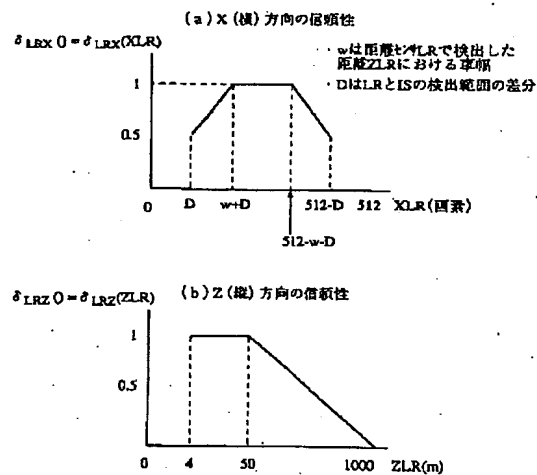


(21)

【図 16】



【図 21】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

G 0 1 B 11/00
G 0 1 S 13/93
17/93

識別記号

F I

G 0 1 B 11/00
G 0 1 S 13/93
G 0 6 T 7/20

テーマコード (参考)

H 5 J 0 8 4
Z 5 L 0 9 6
1 0 0

(22)

G 0 6 T 7/20 1 0 0
// G 0 1 S 5/14
G 0 8 G 1/16

G 0 1 S 5/14
G 0 8 G 1/16 E
G 0 1 S 17/88 A

(72) 発明者 藤岡 健彦
東京都文京区本郷 7-3-1 東京大学
工学部 産業機械工学科内

Fターム(参考) 2F065 AA06 BB15 CC11 FF04 FF64
FF67 JJ26 QQ01 QQ08 QQ13
QQ24 QQ39 QQ41 QQ52 SS09
UU05
5B057 AA16 AA19 BA01 BA08 CH07
CH08 DA07 DA15 DC02
5H180 AA01 CC02 CC03 CC04 CC12
CC14 LL01 LL04 LL07 LL09
5J062 AA13 BB01 CC07
5J070 AB24 AC02 AE01 AF03 BF12
5J084 AB01 AC02 BA03 EA22 EA29
5L096 BA04 CA04 CA27 DA03 FA06
FA54 FA64 FA66 FA67 GA04
GA22 GA34 GA51 HA03 HA05
HA08 JA09 JA16

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)